

**REGENERACION POSTERIOR AL FUEGO  
EN LOS BOSQUES TROPICALES BOLIVIANOS:  
IMPLICACIONES PARA EL  
USO DE QUEMAS CONTROLADAS**

Documento Técnico 80/1999

**Kevin A. Gould**  
Consultor

Contrato USAID: 511-0621-C-00-3027-00  
Chemonics International  
USAID/Bolivia  
Septiembre, 1999

Objetivo Estratégico de Medio Ambiente (USAID/Bolivia)

***Regeneración Posterior al  
Fuego en los Bosques Tropicales  
Bolivianos: Implicaciones para  
el Uso de Quemadas Controladas***

***Proyecto de Manejo  
Forestal Sostenible  
BOLFOR***

Cuarto Anillo  
esquina Av. 2 de Agosto  
Casilla 6204  
Teléfonos: 480766 - 480767  
Fax: 480854  
e-mail: [bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo](mailto:bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo)  
Santa Cruz, Bolivia

*BOLFOR es un proyecto financiado por USAID y el Gobierno de Bolivia e implementado por  
Chemonics International, con la asistencia técnica de Conservation International,  
Tropical Research and Development y Wildlife Conservation Society*

*Las opiniones y juicios técnicos expresados en los informes del Proyecto BOLFOR, son emitidos por los consultores contratados por el proyecto y no reflejan necesariamente la opinión o políticas de la Secretaría Ejecutiva del PL480 o USAID.*



III-4	Volumen de la regeneración arbórea originada por plantines y rebrotes	III-5
IV-1	Regeneración de especies arbóreas selectas en bosque quemado y sin quemar en la Chonta y las Trancas	IV-3

ANEXOS:

Gráficos

---

## RESUMEN EJECUTIVO

---

En la anterior década, los incendios forestales destruyeron grandes extensiones de bosques tropicales en Asia y América Latina (Uhl 1998). La comprensión de los efectos de dichos incendios en los ecosistemas constituye un paso importante para designar estrategias apropiadas de manejo del fuego (ITTO 1997). En 1993 y 1994, los incendios forestales quemaron miles de hectáreas en los bosques tropicales semi-decuidos de la comunidad indígena de Las Trancas y de la concesión forestal La Chonta. El propósito del presente estudio es evaluar los efectos del fuego en la composición del bosque, mediante la medición de la abundancia y el tamaño de la regeneración arbórea en áreas quemadas y sin quemar, de dichas zonas forestales.

Se usaron parcelas para cuantificar la abundancia y el tamaño de la regeneración de 14 especies arbóreas en Las Trancas y La Chonta. Se hizo una distinción entre la regeneración a partir de semillas y la generada por el rebrote de plantas cuya parte superior fue quemada o dañada por otros disturbios. Se midieron aproximadamente 18 parcelas en cada área de tratamiento (quemadas y sin quemar) en Las Trancas y La Chonta, alcanzando un total de 68 parcelas. Asimismo, se recolectaron datos sobre la estructura y composición de la vegetación de cada parcela.

El presente estudio indica que la regeneración es mucho más abundante en Las Trancas que en La Chonta. La regeneración arbórea menor a 20 cm de altura fue 10 a 20 veces más abundante en Las Trancas que en La Chonta. Asimismo, la regeneración mayor a 20 cm de altura y de diámetro basal menor a 5 cm fue 2 a 4 veces más abundante en Las Trancas que en La Chonta. Además, en Las Trancas se encontró más regeneración mayor a 20 cm de altura en las áreas quemadas que en las sin quemar, mientras que en La Chonta la abundancia de la regeneración no difirió entre tratamientos de quema. En ambos sitios, los rebrotes alcanzaron mayor tamaño que los plantines.

Una meta importante de las quemas controladas es favorecer a los árboles de especies comerciales y suprimir el crecimiento de la vegetación competidora. La comparación de la regeneración en áreas quemadas y sin quemar brinda cierto conocimiento de los efectos de las quemas controladas en los bosques semidecuidos del oriente de Bolivia (Cuadro IV-1). En el bosque quemado en Las Trancas, la regeneración de dos especies valiosas, cedro<sup>1</sup> y tarara, se presentó con una densidad de aproximadamente 200 individuos por hectárea. No se detectó regeneración de dichas especies en los bosques sin quemar. Tres especies maderables menos valiosas: cuchi, curupaú y momoqui, también se presentaron con densidades significativamente mayores en los bosques quemados. El resto de las especies se encontró con la misma frecuencia

---

<sup>1</sup>En el presente informe se usan nombres comunes en todo el texto. Los correspondientes nombres científicos se muestran en el Cuadro IV-1.

en áreas quemadas y sin quemar. Puesto que el tasaá no tiene valor económico, es importante, desde el punto de vista del manejo forestal, que la regeneración de dicha especie no sea estimulada por el fuego. No obstante, la regeneración de tasaá es 6 a 12 veces más abundante que la de otras especies de árboles.

En La Chonta, se produjo muy poca regeneración. Sin embargo, la regeneración de ojojo fue significativamente más abundante en las áreas sin quemar, mientras que la de jichituriqui se produjo sólo en áreas quemadas. Las otras especies fueron igualmente abundantes en zonas quemadas y sin quemar (Cuadro IV-1).

Estos datos sugieren que las quemas controladas aumentarían la regeneración de las especies maderables valiosas en Las Trancas, pero no en La Chonta. No existe una explicación obvia de la falta de regeneración en La Chonta. Los resultados del presente informe se deben considerar provisionales, ya que se basan en dos incendios, ocurridos en 1995, y no en experimentos repetidos. Si bien el estudio brinda evidencia ecológica preliminar en sentido de que las quemas controladas aumentarán la regeneración en Las Trancas, se deberán tomar en cuenta los siguientes factores para que las personas encargadas del manejo establezcan prioridades futuras de investigación:

1. Si bien la regeneración de ciertos árboles valiosos ha aumentado, a los tres años de haberse producido los incendios, no se sabe si ésta persistirá y producirá, a la larga, mayores densidades de madera aprovechable.
2. Los efectos positivos de las quemas controladas, con respecto a la producción maderable, no compensarán los efectos negativos en el valor no maderable del bosque, como por ejemplo la biodiversidad y los productos no maderables.
3. En el oriente boliviano, los incendios sin control han causado grandes daños a los recursos forestales y la propiedad privada. Considerando los riesgos que implican los incendios, ¿se cuenta con recursos técnicos y humanos en Santa Cruz como para llevar a cabo quemas controladas?
4. En los bosques húmedos amazónicos, se supone que el aprovechamiento selectivo y las quemas de baja intensidad aumentan las probabilidades de incendios (Uhl 1998; Holdsworth y Uhl 1997). Si bien los bosques semi-decíduos del oriente de Bolivia son muy diferentes de los bosques húmedos de la Amazonia, las personas encargadas del manejo forestal deberán considerar la posibilidad de que la combinación de quemas controladas y aprovechamiento selectivo aumenten la probabilidad de incendios.

El presente estudio tiene como propósito brindar información que, en última instancia, ayude a las personas a cargo del manejo forestal a decidir si las quemas controladas pueden tener un papel importante en el manejo de los bosques en Bolivia.

**SECCION I**

---

**INTRODUCCION**

---

## SECCION I

### INTRODUCCION

---

El fuego es un factor importante, pero poco entendido, en la estructura y composición de casi todos los ecosistemas forestales tropicales (Bond y Wilgen 1996; Sanford *et al.* 1985). Los incendios forestales son cada vez más comunes en los bosques tropicales y, en ciertas ocasiones, tienen consecuencias devastadoras (Uhl 1998). Las personas encargadas del manejo forestal deben comprender el efecto de dichos incendios, con el fin de tomar medidas apropiadas para salvaguardar la producción maderable o fomentar el crecimiento de especies deseadas (ITTO 1997). Desde la perspectiva del manejo forestal, los datos de regeneración posterior a los incendios son interesantes pues brindan conocimientos sobre los efectos que las quemaduras controladas tendrían en la regeneración del bosque. El propósito del presente estudio fue caracterizar la regeneración en dos bosques del oriente de Bolivia, posteriormente a los incendios ocurridos en 1993 (Las Trancas) y 1994 (La Chonta) (Pinard *et al.* com. pers.).

Las quemaduras pueden estimular dos importantes tipos de regeneración (Miller y Kauffman 1998). Primero, las zonas quemadas pueden constituir un nicho adecuado de regeneración para semillas. Segundo, los plantines y brinzales cuya parte superior ha sido quemada pueden rebrotar en áreas incendiadas, donde los competidores han sido eliminados (Kauffman 1991). En Norteamérica, los profesionales forestales usan el fuego para estimular la regeneración, por rebrote, de varias especies de roble (*Quercus* spp.). Después de aplicarse una quemadura controlada, la regeneración del roble brota con mayor vigor que la de otras especies (Johnson 1993). En Guatemala, se han efectuado ensayos preliminares para determinar si se pueden usar quemaduras controladas para favorecer el brote de plantines de caoba (Stanley com. pers.). La presente investigación tiene como propósito ayudar a las personas a cargo del manejo forestal en Bolivia a decidir si y cuándo se pueden usar quemaduras controladas para aumentar la regeneración del bosque. Las interrogantes específicamente tratadas en este estudio son las siguientes:

1. )El tamaño y la abundancia de la regeneración arbórea (plantines y rebrotes) difiere entre bosques quemados y sin quemar?
2. )Existen diferencias específicas de las especies en cuanto al tamaño y la abundancia de la regeneración en los bosques quemados y sin quemar?
3. )Cómo difieren el tamaño y la abundancia de bejucos en las zonas quemadas y sin quemar?

**SECCION II**

---

**METODOLOGIA**

---

## SECCION II METODOLOGIA

---

En junio de 1998, se cuantificó la regeneración arbórea, posterior a incendios, en dos bosques del oriente de Bolivia. El estudio se efectuó en áreas adyacentes de bosque quemado y sin quemar en La Chonta y Las Trancas. Puesto que los incendios se extinguieron con las primeras precipitaciones de la época de lluvias, se supone que las áreas quemadas y sin quemar en ambos sitios eran homogéneas anteriormente a los incendios. Si bien ambos lugares se quemaron en 1995, la cicatrices promedio dejadas por el fuego en La Chonta (159) fueron significativamente más altas que las de Las Trancas (94 cm), lo que sugiere que la intensidad del fuego fue mayor en el primero (Mostacedo *et al.* 1999). La concesión La Chonta (15E45'S, 62E60'O) recibe 1.700 mm de precipitación por año, mientras que Las Trancas (16E13'S, 61E50'O) recibe 1.100 mm. Si bien ambos lugares están separados por una distancia aproximada de 100 km y los dos se encuentran a 300 m sobre el nivel del mar, éstos son distintos florísticamente (Mostacedo *et al.* 1999). En el área de bosque que se muestreó en La Chonta se aprovechaba, en el pasado, mara, mientras que en Las Trancas se ha extraído, de forma selectiva y a intervalos, cedro (*Cedrela fissilis*) y roble (*Amburana cearensis*). Si bien grupos indígenas han habitado ambos sitios, la presencia humana ha sido mayor en Las Trancas que en La Chonta (Guzmán com. pers.).

Se usaron parcelas de 9 x 9 m para el muestreo de 14 especies de árboles en Las Trancas y La Chonta (véase el Cuadro II-1). Las especies arbóreas se eligieron por ser comunes o por su valor maderable. Las estimaciones de la abundancia  $A_{total}$  de regeneración sólo incluyen a las 14 especies que se seleccionaron para el estudio en cada lugar. Se cuantificó toda la regeneración > 20 cm de altura y con diámetro basal  $\sim$  5 cm de dichas especies. Todos los plantines y brinzales de las especies seleccionadas que se encontraron en las parcelas fueron identificados y se midió su altura, diámetro basal y ancho de copa. Se estimó el volumen de cada planta multiplicando la altura por el ancho mínimo y máximo de la copa. Cada planta fue clasificada ya sea como plantín o rebrote. Se definieron como rebrotes todas las plantas generadas a partir de raíces o de plantas cuya parte superior fue quemada por el fuego. Las cicatrices basales fueron útiles para distinguir rebrotes de otras formas de regeneración. En Las Trancas, se cuantificaron los bejucos en sub-parcelas de 4 x 4 m. Se contaron todos los bejucos con raíces dentro de las parcelas o con un volumen estimado del 50% dentro de éstas. La regeneración arbórea  $\sim$  20 cm se cuantificó en sub-parcelas de 1 x 1 m (Fig. 1). Los árboles y bejucos se midieron en 14 o más parcelas en áreas quemadas y sin quemar, ubicadas en cada uno de los sitios (Cuadro II-1).

**Cuadro II-1. Número de Parcelas Utilizadas para Cuantificar la Regeneración Arbórea**

Sitio	Parcelas en bosque quemado	Parcelas en bosque sin quemar
La Chonta	17	15
Las Trancas	18 (14)	18 (18)

El número de parcelas usadas para cuantificar la regeneración de bejucos se presenta entre paréntesis (sólo Las Trancas).

En las sub-parcelas de 1 x 1 m de ambos lugares, se estimó el porcentaje de cobertura del dosel superior a 10 m, entre 2 y 10 m (sub-dosel) y entre 2 cm y 2 m (sotobosque). La cobertura del dosel y sub-dosel se estimó usando una cuadrícula de 12.5 x 12.5 cm, dividida en 25 cuadrados e impresa en acetato. En cada caso, ésta se sostuvo dirigida hacia arriba, contándose el número de cuadrados cubiertos por el follaje. Luego, esta cifra se convirtió a porcentaje de cobertura. Se estimó el porcentaje total de cobertura del sotobosque (<2 m de altura), al igual que el porcentaje de cobertura de los siguientes componentes de la vegetación del sotobosque: árboles, arbustos, hierbas, plantas trepadoras, pastos, palmeras y bromeliáceas.

Las parcelas se ubicaron, sistemáticamente, en transectas paralelas trazadas a través de áreas quemadas y sin quemar, con una distancia de, al menos, 50 m entre parcelas consecutivas. Las transectas se localizaron paralelamente y separadas por una distancia de 100 m. En el bosque sin quemar de la concesión La Chonta, todas las parcelas que coincidieron con claros de corta, fueron desplazadas 25 m a lo largo de la transecta. Se muestrearon claros formados por la caída natural de árboles en ambos sitios.

#### **A. Análisis**

Puesto que en cada sitio se comparó un área extensa quemada con una sin quemar, el diseño experimental del presente estudio implicó, necesariamente, la pseudorreplicación. No obstante, considerando la dificultad de repetir incendios a gran escala, los datos merecen ser examinados. En el informe, los promedios se reportan seguidos por el error estándar y el tamaño de la muestra entre paréntesis. La totalidad del análisis de datos se efectuó utilizando el programa JMP 3.12 (SAS Inc. 1997).

**SECCION III**

---

**RESULTADOS**

---

### SECCION III

### RESULTADOS

---

#### **A. Efectos de los Incendios en Las Trancas y La Chonta**

Tanto en La Chonta como en Las Trancas, el dosel del bosque a una altura superior a los 10 m se encontraba más abierto en las parcelas quemadas que en las sin quemar. En contraste, el dosel medio y el sub-dosel estaban, en general, más cerrados en los sitios quemados que en los sin quemar. El porcentaje de cobertura por bejucos fue significativamente mayor en las áreas quemadas que en las sin quemar en La Chonta y Las Trancas (Cuadro III-1).

#### **B. Abundancia de Plantines y Rebrotos en Parcelas Quemadas y Sin Quemar**

Las Trancas presentó 3 a 4 veces más regeneración que la concesión La Chonta (Cuadro 4). En Las Trancas, las parcelas quemadas tenían mayor regeneración que las sin quemar, mientras que en La Chonta, no se observó diferencia en la cantidad de regeneración en las parcelas quemadas y sin quemar. Aproximadamente un 25% de la regeneración total mayor a 20 cm de alto se originó en rebrotos, excepto por las parcelas quemadas de La Chonta, donde sólo un 10% de la regeneración se había generado a partir de rebrotos. Si bien se cuantificó la regeneración de las 14 especies en La Chonta, las cinco especies más comunes constituyen el 91% de la regeneración que se muestra en el Cuadro 4. En Las Trancas, la regeneración es más diversa y 9 de las 14 especies constituyen el 98% de la regeneración (Cuadro III-2).

**Cuadro III-1. Porcentaje de cobertura en Bosque Quemado y Sin Quemar**

	Sitio	Porcentaje medio de cobertura " desviación estándar		p
		Parcelas quemadas	Parcelas sin quemar	
Cobertura del dosel (10 m =)	Las Trancas	45 " 36	58 " 29	0.34
	La Chonta	25 " 28	63 " 31	0.0006
Cobertura del dosel medio (2 - 10 m)	Las Trancas	73 " 15	56 " 28	0.11
	La Chonta	81 " 19	91 " 8.7	0.06
Sub-dosel (5 cm - 2 m)	Las Trancas	91 " 8	56 " 17	0.0001
	La Chonta	87 " 15	87 " 14	0.18
Arboles (5 cm - 2 m)	Las Trancas	13 " 10	2 " 3	0.0003
	La Chonta	10 " 11	10 " 13	0.9
Arbustos (5 cm - 2 m)	Las Trancas	25 " 19	5 " 5	0.0002
	La Chonta	12 " 16	7 " 6	0.206
Pastos (5 cm - 2 m)	Las Trancas	5 " 8	3 " 9	0.49
	La Chonta	24 " 14	7 " 5	0.0001
Hierbas sin incluir pastos (5 cm -2 m)	Las Trancas	27 " 22	4 " 5	0.0002
	La Chonta	44 " 24	72 " 20	0.0006
Bromeliáceas del sotobosque (5 cm - 2 m)	Las Trancas	15 " 23	18 " 13	0.73
	La Chonta	0	0	-
Bejucos (5 cm - 2 m)	Las Trancas	48 " 23	27 " 19	0.02
	La Chonta	39 " 18	23 " 20	0.02
Palos muertos (5 cm - 2 m)	Las Trancas	3 " 3	10 " 9	0.03
	La Chonta	9 " 12	0.4 " 1	0.006

**Nota:** Se usó una prueba t de Student para determinar si el porcentaje de cobertura difería entre sitios quemados y sin quemar.

**Cuadro III-2. Abundancia de Regeneración en Parcelas Quemadas y Sin Quemar**

Sitio	Clase de regeneración	Abundancia media de regeneración (individuos/ha) " error estándar (N)	
		Parcelas quemadas	Parcelas sin quemar
Las Trancas	Plantines pequeños	22 200 " 5600 (80)	18 900 " 4150 (68)
	Plantines	1962 " 235 (286)	1166 " 328 (170)
	Rebrotos	277 " 47 (36)	393 " 88 (35)
La Chonta	Plantines pequeños	550 " 400 (2)	850 " 450 (3)
	Plantines	442 " 400 (43)	511 " 86 (58)
	Rebrotos	168 " 25 (19)	173 " 30 (7)

Se considera plantines pequeños a las plantas # 20 cm de alto.

Se considera plantines y rebrotos a las plantas > 20 cm de alto y # 5 cm de diámetro basal.

En Las Trancas, 6 de las 18 parcelas en bosque sin quemar se ubicaron en claros de corta de distinta edad. Las parcelas en estos claros contenían 11.14 indiv./ha " 3.18 de regeneración mayor a 20 cm. Las parcelas situadas en áreas con claros y sin claros no contenían números significativamente diferentes de árboles en estado de regeneración (Prueba *t* de Student,  $t = 0.24$ ,  $p = 0.82$ ). Sin embargo, las parcelas ubicadas en claros contaban con significativamente menos regeneración que las correspondientes a áreas quemadas (Prueba *t* de Student,  $t = 1.79$ ,  $p = 0.09$ ).

Los bejucos fueron 4 a 10 veces más abundantes en la regeneración arbórea de Las Trancas. Las áreas quemadas no contenían densidades más altas de bejucos que las áreas sin quemar (Quemadas: 8348 indiv./ha " 1562 (187), sin quemar: 11007 indiv./ha " 1238 (317), prueba *t* de Student,  $df = 30$ ,  $p = 0.19$ ). En efecto, los datos sugieren una tendencia hacia más lianas en los sitios sin quemar. Dicha tendencia es el resultado de la presencia de una especie de bejuco (*Trigonía boliviana*) que es más abundante en áreas sin quemar que en áreas quemadas (Quemadas: 400 indiv./ha " 138, sin quemar: 2331 indiv./ha " 581, prueba *t* de Student,  $df = 24$ ,  $p = 0.01$ ). Estas estimaciones de la densidad de bejucos son comparables con las calculadas por Pinard *et al.* (en prensa).

### C. Tamaño de los Plantines y Rebrotos en las Parcelas Quemadas y Sin Quemar

La regeneración arbórea fue generalmente mayor en las parcelas quemadas que en las sin quemar. En Las Trancas, los rebrotos de las parcelas quemadas fueron 6 veces más grandes que los plantines de las mismas y 10 a 20 veces más grandes que los plantines y rebrotos de las parcelas sin quemar. En La Chonta, los plantines y rebrotos de las parcelas quemadas fueron de aproximadamente el mismo volumen y 4 veces más grandes que sus homólogos de las parcelas sin quemar (Cuadro III-3).

**Cuadro III-3. Diámetro Basal de la Regeneración en Parcelas Quemadas y Sin Quemar**

Sitio	Clase de regeneración	Volumen medio por individuo (m <sup>3</sup> ) " error estándar (N)	
		Parcelas quemadas	Parcelas sin quemar
Las Trancas	Plantines	0.38 " 0.1 (286)	0.2 " 0.04 (169)
	Rebrotos	2.3 " 0.7 (36)	0.1 " 0.03 (34)
La Chonta	Plantines	1.24 " 0.48 (43)	0.34 " 0.12 (58)
	Rebrotos	1.41 " 0.44 (19)	0.24 " 0.12 (7)

Se considera plantines y rebrotos a las plantas > 20 cm de alto y # 5 cm de diámetro basal.

El diámetro promedio de los bejucos de las parcelas sin quemar fue mayor que el de las quemadas (Quemadas: 10.1 " 1.1 (276), sin quemar: 13.8 " 1.1 (162), prueba t de Student,  $p = 0.03$ ). El diámetro promedio del bejuco de la especie *Trigonia boliviana* es considerablemente mayor (35.5 mm " 3.3) que el diámetro promedio del resto de los bejucos. Al eliminar dicha especie del análisis, no se observó una diferencia significativa entre del diámetro promedio de los bejucos de sitios quemados y sin quemar.

#### **D. Análisis de la Abundancia y el Tamaño de la Regeneración para Especies Individuales**

Los patrones de regeneración en bosques quemados y sin quemar se pueden comprender mejor mediante un análisis de cada especie. Las Figuras 1 y 2 incluyen sólo la regeneración > 20 cm de altura de las especies que se presentaron con densidades mayores a 35 individuos por hectárea. En La Chonta, la abundancia de pacay, ochoó y mururé no varió significativamente entre parcelas quemadas y sin quemar. Por otra parte, mientras que el ojoso colorado fue considerablemente más abundante en parcelas quemadas, no se encontraron plantas de jichituriqui en estas mismas. No se hallaron diferencias marcadas entre el número de rebrotos en áreas quemadas y sin quemar para ninguna de las cinco especies. Algunas de éstas parecen rebrotar con mayor facilidad que otras, por ejemplo toda la regeneración de jichituriqui se originó mediante rebrotos, mientras que no se encontraron rebrotos de ochoó (Fig. 2).

En Las Trancas, la regeneración de 5 de las 9 especies fue significativamente más abundante en las parcelas quemadas que en las sin quemar (cedro, cuchí, curupaú, momoqui y tarara). De las 4 especies restantes, 3 fueron más abundantes en parcelas quemadas, si bien no de manera significativa, y ninguna de las especies fue significativamente más abundante en parcelas quemadas. En ambos tipos de parcelas (quemadas y sin quemar), la regeneración de tasaá fue 6 veces más abundante que la de la siguiente especie más común (Fig. 3). No se hallaron diferencias significativas entre el número de rebrotos en áreas quemadas y sin quemar. No

obstante, toda la regeneración de cedro y cuchi se originó en plantines, al igual que 95% de la regeneración de curupaú (Fig. 3).

Sólo algunas especies produjeron la mayoría de los plantines < 20 cm de altura en cada sitio. En las parcelas sin quemar de Las Trancas, la clase de tamaño más pequeña de la regeneración estuvo dominada por curupaú (74%), sirari (4%) y tasaá (21%). En el sitio sin quemar, 79% de la regeneración < 20 cm de altura correspondió a curupaú y 16% a tasaá. Ninguna de las especies fue significativamente más abundante en los sitios quemados con respecto a los sin quemar. En La Chonta, sólo se hallaron 5 plantines < 20 cm en las 36 parcelas (4 de ochoó y 1 de jichituriqui).

Si bien los rebrotes conforman sólo 10 a 25% de la regeneración total > 20 cm, éstos tienden a ser más grandes que la regeneración originada por plantines (Cuadro III-4).

**Cuadro III-4. Volumen de la Regeneración Arbórea Originada por Plantines y Rebotes**

Sitio	Especie	Volumen de regeneración (m <sup>3</sup> ) " error estándar (N)		p
		Plantines	Rebotes	
Las Trancas	cedro	0.3 " 0.1 (27)	--	--
	cuchi	0.07 " 0.03 (5)	--	--
	curupaú	0.1 " 0.03 (18)	1.4 " 1.4 (2)	0.57
	jichituriqui	0.4 " 0.2 (21)	1.6 " 1.4 (4)	0.03
	amarillo			
	momoqui	0.6 " 0.2 (21)	0.8 " 0.4 (7)	0.34
	sirari	0.11 " 0.05 (33)	0.32 " 0.2 (10)	0.01
	tarara amarilla	4.2 " 1.5 (15)	4.4 " 1.8 (13)	0.78
	tasaá	0.1 " 0.02 (299)	0.2 " 0.06 (30)	0.03
	toborochoi	0.8 " 0.5 (12)	0.02 " -- (1)	0.42
La Chonta	pacay	0.9 " 0.2 (32)	1.3 " 1.0 (8)	0.91
	ochoó	0.3 " 0.1 (20)	--	--
	ojoso	0.2 " 0.07 (20)	0.5 " 0.5	0.73
	mururé	0.5 " 0.3 (17)	0.7 " 0.3 (8)	0.02
	jichituriqui	0.3 " 0.2 (2)	2.0 " 0.7 (5)	0.08
	colorado			

Todos los plantines y rebotes incluidos en este cuadro son > 20 cm de altura y # 5 cm en diámetro basal. Sólo las especies con más de 35 individuos por hectárea se incluyeron en el presente análisis. Se usó la Prueba de Suma de Rangos de Wilcoxon para determinar si existe una diferencia significativa entre el volumen promedio de rebotes y plantines individuales para cada especie.

---

**CONCLUSIONES**

---

## SECCION IV CONCLUSIONES

---

Los patrones de regeneración posterior al fuego son distintos en Las Trancas y La Chonta. En la segunda, la abundancia de regeneración es, en general, relativamente baja y ésta no es mayor en las áreas quemadas que en las sin quemar. Por otra parte, en Las Trancas, la regeneración es, en general, abundante y es mayor en las áreas quemadas. Puesto que Las Trancas es el más seco de ambos lugares, probablemente ha sufrido incendios con mayor frecuencia que La Chonta. Al margen de cualquier adaptación al fuego de los árboles de la zona de Las Trancas, la regeneración de varias especies forestales prospera en las condiciones posteriores a las quemas. Es interesante señalar que la regeneración de 4 de las 5 especies de mayor abundancia en el área quemada corresponde a heliófitas (Cuadro IV-1). Este patrón sugiere que la reducción de la cobertura del dosel en áreas quemadas es el factor clave que estimula la regeneración posterior al fuego en Las Trancas. Por otra parte, la luz podría no ser el único factor ya que no se encontró regeneración de las mencionadas especies en seis claros, formados por la caída de árboles, en el bosque sin quemar. En Las Trancas, la mayor abundancia de regeneración forestal en bosques quemados brinda una base ecológica preliminar para el uso de quemas controladas con el fin de aumentar la producción de plantines y rebrotes.

En las áreas quemadas, la regeneración de la mayoría de las especies fue a partir de semillas, pero algunas especies también produjeron abundantes rebrotes. Si bien 50% de la regeneración de tarara se clasificó como originada por plantines, los campesinos de la zona señalan que la mayoría de dichos plantines en realidad ha brotado de raíces que se extienden debajo de la superficie del suelo, a varios metros de los árboles madre. Del mismo modo, gran parte de la regeneración de jichituriqui se originó por rebrote. Estas especies que rebrotan son especialmente prometedoras para el manejo con quemas controladas, puesto que el fuego se puede utilizar para eliminar la vegetación competidora. En los ambientes que se producen posteriormente a las quemas, las especies que rebrotan alcanzan mayor tamaño que las que se regeneran mediante plantines y por consiguiente, dada la igualdad del resto de los factores, éstas tienen mayores probabilidades de establecerse (Miller y Kauffman 1998). Por otra parte, el estímulo de la regeneración mediante rebrotes no necesariamente producirá beneficios económicos, pues los rebrotes de algunas especies tienden a desarrollar fustes podridos, cuando se generan a partir de tocones que se encuentran sobre la superficie del suelo. Lamentablemente, es poco probable que las quemas controladas disminuyan la regeneración de tasaá, especie que carece de valor económico (Pinard *et al.* 1998). Los siguientes puntos tienen por objeto estimular mayor investigación y discusión sobre la conveniencia de las quemas controladas en los bosques del oriente boliviano.

1. Si bien la regeneración de ciertos árboles valiosos ha aumentado, a los tres años de haberse producido los incendios, no se sabe si ésta persistirá y producirá, a la larga, mayores densidades de madera aprovechable.

2. Los efectos positivos de las quemas controladas, con respecto a la producción maderable, no compensarán los efectos negativos en el valor no maderable del bosque, como por ejemplo la biodiversidad y los productos no maderables.
3. En el oriente boliviano, los incendios sin control han causado grandes daños a los recursos forestales y la propiedad privada. Considerando los riesgos que implican los incendios, ¿se cuenta con recursos técnicos y humanos en Santa Cruz como para llevar a cabo quemas controladas?
4. En los bosques húmedos amazónicos, se supone que el aprovechamiento selectivo y las quemas de baja intensidad aumentan las probabilidades de incendios (Uhl 1998; Holdsworth y Uhl 1997). Si bien los bosques semi-decíduos del oriente de Bolivia son muy diferentes de los bosques húmedos de la Amazonia, las personas encargadas del manejo forestal deberán considerar la posibilidad de que la combinación de quemas controladas y aprovechamiento selectivo aumenten la probabilidad de incendios.

**Cuadro IV-1. Regeneración de Especies Arbóreas Selectas en Bosque Quemado y sin Quemar en La Chonta y Las Trancas**

Sitio	Especie	N. Científico	Regeneración en áreas quemadas*	Nicho de regeneración**	Calidad de la madera***
Las Trancas	cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	8	H	V
	cuchi	<i>Astronium urundeuva</i>	8	H	MV
	curupaú	<i>Anadenanthera colubrina</i>	8	H	MV
	jchituriqui amarillo	<i>Aspidosperma rigidum</i>	=	EP	MV
	momoqui	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	8	EP	MV
	sirari	<i>Copaifera chodatiana</i>	=	EP	V
	tarara amarilla	<i>Centrolobium microchaete</i>	8	H	V
	tasaá	<i>Acosmium cardenasii</i>	=	EP	SV
	toborochoi	<i>Chorisia speciosa</i>	=	H	SV
La Chonta	pacay	<i>Inga sp.</i>	=	EP	MV
	ochoó	<i>Hura crepitans</i>	=	H	V
	ojoso	<i>Pseudolmedia laevis</i>	9	EP	MV
	mururé	<i>Sorocea steinbachii</i>	=	EP	SV
	jchituriqui colorado	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	8	EP	MV

\*El símbolo 8 indica significativamente mayor regeneración en parcelas quemadas ( $p < 0.05$ ), 9 indica significativamente mayor regeneración en parcelas sin quemar ( $p < 0.05$ ), = indica igual regeneración en áreas quemadas y sin quemar (regeneración > 20 cm de altura, # 5 cm de diámetro basal).

\*\*Los códigos de calidad de la madera son los siguientes: V = valiosa; MV = de menor valor y SV = sin valor (Pinard *et al.* 1996; Justiniano com. pers.).

\*\*\*Los códigos para los nichos de regeneración son los siguientes: H = heliófita y EP = esciófita parcial (Pinard *et al.* 1996; Ledezma com. pers.).

También se cuantificaron 9 especies y 5 en Las Trancas, pero éstas no se incluyen en el cuadro debido a la escasez de su regeneración (0 a 4 individuos muestreados):

**La Chonta:** yesquero (*Cariniana ianeirensis*), toborochoi (véase arriba), tarara amarilla (véase arriba), tajibo rosado (*Tabebuia impetiginosa*), serebó (*Schizolobium amazonicum*), mora (*Chlorophora tinctoria*), momoqui (véase arriba), bibosi (*Ficus glabrata*), azúcaró (*Spondias mombin*).

**Las Trancas:** azúcaró (véase arriba), ambaibo (*Cecropia concolor*), jchituriqui colorado (*Aspidosperma cylindrocarpon*), morado (*Machaerium scleroxylon*), tajibo rosado (véase arriba).

**SECCION V**

---

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

---

**SECCION V**  
**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

---

- International Tropical Timber Organization (ITTO). 1997. ITTO Guidelines on fire management in tropical forests. ITTO Policy Development Series, No. 6.
- Bond, W.J. y B. W. Wilgen. 1996. Fire and Plants: population and community biology series 14. Chapman and Hall, New York.
- Holdsworth, A. R. y C. Uhl. 1997. Fire in Amazonian selectively logged rain forest and the potential for fire reduction. *Ecological Applications*. 7(2) 713-25.
- Johnson, P.S. 1993. Perspectives on the ecology and silviculture of oak dominated forests in the Central and Eastern United States. General technical report NC-153. United States Department of Agriculture.
- Kauffman, J.B. 1991. Survival by sprouting following fire in tropical forests of the Eastern Amazon. *Biotropica*. 23(3): 219-224.
- Killeen, T.J., A. Jardim, F. Mamani y N. Rojas. 1998. Diversity, composition, and structure of a tropical deciduous forest in the Chiquitania region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology*. 14:803-827.
- Miller, P.M. y J.B. Kauffman. 1998. Seedling and sprout response to slash-and-burn agriculture in a tropical deciduous forest. *Biotropica*. 30(4): 538-546.
- Mostacedo, B., T.S. Fredericksen y M. Toledo. 1998. Comparación de las respuestas de las comunidades vegetales a los incendios forestales en los bosques tropicales secos y húmedos de Bolivia. Informe técnico - BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.
- Pinard, M.A., F.E. Putz, D. Rumiz, R. Guzmán y A. Jardim. 1999. Ecological characterization of tree species for guiding forest management decisions in seasonally dry forests in Lomerío, Bolivia. *Forest Ecology and Management*. 113: (2-3) 201-213.
- Pinard, M.A., F.E. Putz y J.C. Licona. En prensa. Tree mortality and vine proliferation following a wildfire in a subhumid tropical forest in Eastern Bolivia. *Forest Ecology and Management*.
- Sanford, R.L., J. Saldarriaga, K.E. Clark, C. Uhl y R. Herrera. 1985. Amazon Rain Forest Fires. *Science*. 227: 53-55.

SAS Inc. 1997. JMP 3.2. Duxbery Press.

Uhl, C. 1998. Perspectives on wildfire in the humid tropics. *Conservation Biology*. 12: 942-3.

*Comunicaciones personales*

Guzmán, R. Comunicación personal. Intendente Técnico - Superintendencia Forestal, Santa Cruz, Bolivia.

Justiniano, J. Comunicación personal. Biólogo de BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.

Ledezma, J. Comunicación personal. Ingeniero forestal de BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.

Pinard, M.A. Comunicación personal. Ex-ecóloga forestal de BOLFOR.

Stanley, S. Comunicación personal. Estudiante de maestría de la Universidad del Estado de Carolina del Norte.

---

**ANEXOS**

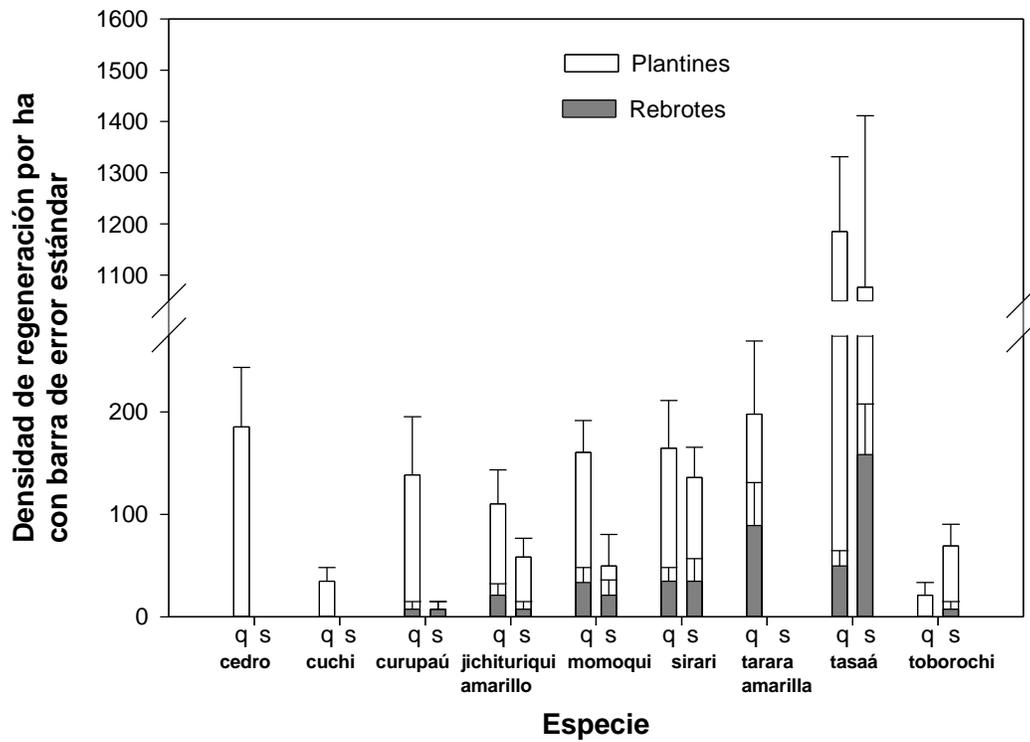


Fig. 3. Densidad de regeneración por plantines y rebotes en sitios quemados (q) y sin quemar (s) (Las Trancas). La regeneración de las siguientes especies es significativamente más abundante en parcelas quemadas que en parcelas sin quemar: cedro ( $Z = 3.59, p = 0.0003$ ), cuchi ( $Z = 2.35, p = 0.018$ ), curupaú ( $t = 2.35, p = 0.03$ ), momoqui ( $t = 2.51, p = 0.02$ ) y tarara ( $Z = 3.35, p = 0.0008$ ), (Prueba Wilcoxon de Suma de Rangos, Prueba t de Students).

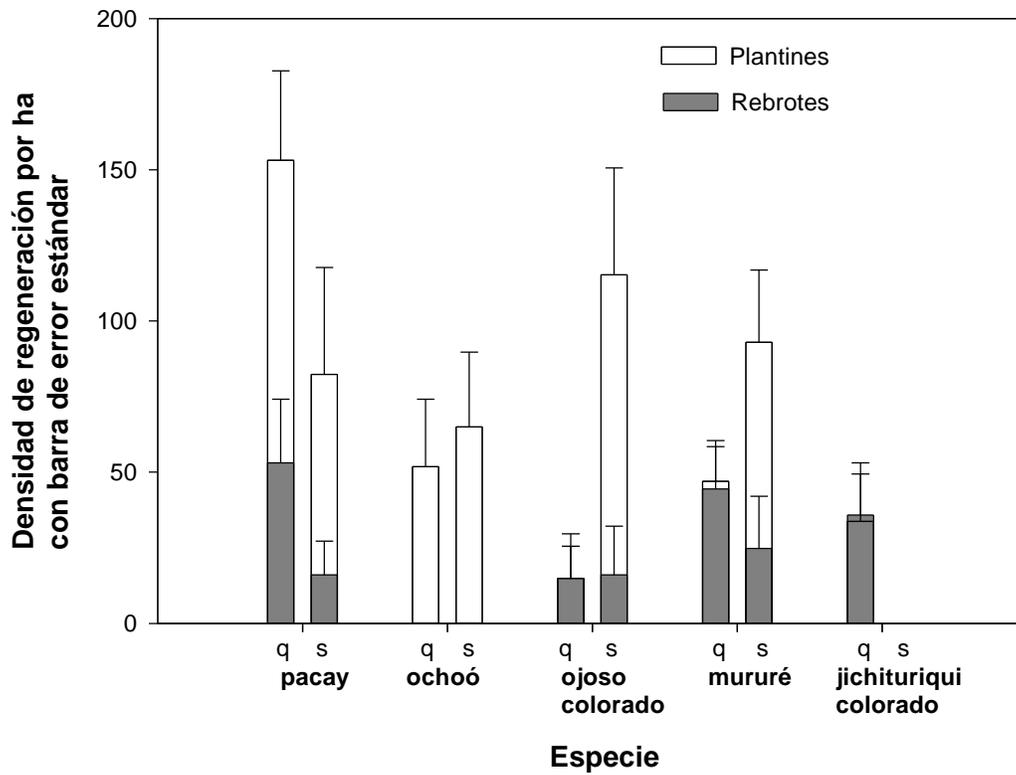


Fig. 2. Densidad de regeneración por plantines y rebrotes en sitios quemados (q) y sin quemar (s) (La Chonta). La regeneración de ojoso es significativamente más abundante en áreas sin quemar ( $Z = 3.08$ ,  $p = 0.0021$ ), mientras que la regeneración de jichituriqui es significativamente más abundante en áreas quemadas ( $Z = 2.06$ ,  $p = 0.04$ ), Prueba Wilcoxon de Suma de Rangos.